

PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET
Patentavdelningen

Rec'd OCT/PTO 05 OCT 2004

PCT/ SE 03 / 0 0 4 6 1

#2

REC'D 31 MAR 2003

WIPO

PCT

Intyg Certificate

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.

(71) Sökande IVP Integrated Vision Products AB, Linköping SE
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer 0201044-5
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 2002-04-05
Date of filing

Stockholm, 2003-03-21

För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office

Lina Oljeqvist
Lina Oljeqvist

Avgift
Fee

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

PATENT- OCH
REGISTRERINGSVERKET
SWEDEN

Postadress/Adress
Box 5055
S-102 42 STOCKHOLM

Telefon/Phone
+46 8 782 25 00
Vx 08-782 25 00

Telex
17978
PATOREG S

Telefax
+46 8 666 02 86
08-666 02 86

BEST AVAILABLE COPY

Ink. t. Patent- och reg.verket

1

2002 -04- 0 5

ANORDNING VID ETT MÄTSYSTEM.

TEKNISKT OMRÅDE

- 5 Föreliggande uppfinning avser allmänt en sensor och ett system för att avbilda egenskaper hos ett objekt och avser särskilt en sensor och ett system för att avbilda flera egenskaper hos ett objekt med olika grad av upplösning.

TEKNIKENS STÅNDPUNKT

- 10 Traditionella bildsensorer av typen Charge Coupled Device (CCD) och Complementary Metal Oxide Semiconductor (CMOS) har en NxM matris (array) med fotodioder, vilka upptar elektromagnetisk strålning och omvandlar denna till elektriska signaler.
- 15 Ofta vill man avbilda flera egenskaper hos samma objekt, såsom olika tredimensionella (3D) och tvådimensionella (2D) egenskaper. I 3D-bilden avbildas geometriska egenskaper såsom bredd, höjd, volym med mera hos objekt. I 2D-bilden avbildas egenskaper såsom sprickor, struktur-
20 riktning, position och identitet till exempel genom tecken, streckkod eller matriskod. Intensitetsinformation i 2D-bilden avbildas vanligen i gråskala, men det är även vanligt att avbilda 2D-bilden i färg, det vill säga ta upp till exempel R (röd), G (grön) och B (blå) komponenter, med hjälp av filter eller ljusvåglängder.
- 25 En Matrix Array Picture Processor (MAPP-sensor) används för att avbilda olika egenskaper hos samma objekt med samma sensor, sk multisensing, genom att en del av sensorn används för laserprofilering (3D-mätning) och enskilda sensorrader används för att läsa ut Intensitetsinformation (2D-mätning). En fördel med att använda en sensor för att avbilda flera
30 egenskaper är att systemkostnaden och systemkomplexiteten blir mindre än då man till exempel använder en sensor för 3D-mätningen och en annan sensor för 2D-mätningen.
- 35 Vid multisensing mäter man idag med samma upplösning lateralt både i 2D-mätningen och i 3D-mätningen. Det är dock vanligt att man vill ha högre upplösning på 2D-bilden än på 3D-bilden. Anledningen till det är

Ink. t. Patent- och reg.verket

2002 -04- 0 5

2

att man vill kunna mäta finare detaljer i den bilden än vad som behövs vid formmätningen. Exempel på detta är träavsynning, där sprickor och ytstruktur ofta är viktigare att mäta med en högre upplösning än den geometriska formen.

5

Exempel på bildsensorer som har olika grad av upplösning visas i Alireza Moini "Vision chips", Kluwer Academic Publishers sid 143-146, 2000, där bildsensorer är uppbyggda som ett elektroniskt öga, det vill säga har en hög upplösning i mitten och en låg upplösning i periferin. Pixelgeometrin i dessa "ögon" är linjär-polär eller log-polär. Om "ögat" ser något intressant i sin periferi med låg upplösning, kan systemet styra sensorn så att den riktar sin högupplösta mittdel mot det området för att lösa detaljerna. Denna typ av sensor passar mycket bra för robottillämpningar. Ett exempel på ett sådant elektroniskt öga visas även i US 5.166.511.

15

Ett annat exempel på en bildsensor, som har olika grad av upplösning visas i US 6.320.618, där en sensor av matristyp har försetts med åtminstone ett område som har en högre upplösning än övriga sensorn. Sensorn sitter i en kamera som är monterad på ett fordon som en del i ett automatiskt navigationssystem, vilket kontrollerar fordonets funktioner, till exempel att bromsa om något hinder kommer upp framför bilen eller att styra efter den vita linje som finns vid väggkanten. Sensorn är inrättad att ta in information på långt avstånd med hög upplösning och information nära fordonet med låg upplösning.

25

BESKRIVNING AV UPPFINNINGEN

Ett ändamål med föreliggande uppfinning att åstadkomma en sensor och ett system, vilka avbildar ett objekts egenskaper med olika grad av upplösning. Detta har åstadkommit genom en sensor och ett system som har de särdrag som anges i de kännetecknande delarna av patentkraven 1 respektive 9.

30

Fördelar med att använda en sensor och ett system, vilka läser in flera egenskapsbilder med olika grad av upplösning är bland annat att man får en enklare, billigare och kompaktare lösning än vid tidigare kända lösningar. Vidare kräver ett uppfinningsenligt system färre systemkomponenter, såsom kameror, linser etc.

35

2002 -04- 0 5

3

Enligt en utföringsform av föreliggande uppfinning innefattar sensorn två integrerade områden med pixlar, vilka är väsentligen parallellt anordnade bredvid varandra i transversal riktning.

- 5 Enligt en annan utföringsform av uppfinningen är de båda områdena med pixlar utformade som två separata enheter, vilka är väsentligen parallellt anordnade bredvid varandra i transversal riktning.

- 10 Enligt ytterligare en utföringsform av uppfinningen delar de båda pixel-områdena/enheterna utläsningslogik, vilket innebär att de har samma utläsningsregister.

- 15 Enligt en alternativ utföringsform av uppfinningen utläses de båda pixel-områdena/enheterna var för sig på olika utläsningsregister, vilket innebär att man kan läsa ut den information som finns i de båda områdena/enheterna samtidigt. En fördel med detta är att man erhåller större frihet vad gäller exponeringstider. En annan fördel är att man erhåller större frihet vad gäller grader av upplösningar i både transversal och lateral riktning.

20

KORT BESKRIVNING AV FIGURERNA

Uppfinningen skall nu närmare beskrivas med utföringsexempel och med hänvisning till den bifogade ritningar på vilka:

25

- Fig 1 visar en perspektivvy av ett mätsystem enligt föreliggande uppfinning;

30

- Fig 2 visar ett objektets tredimensionella profil och intensitetsprofil avbildade på sensorn;

35

- Fig 3 visar en första utföringsform av en uppfinningsenlig sensor;
Fig 4 visar en andra utföringsform av en uppfinningsenlig sensor;
Fig 5 visar en alternativ utföringsform av en uppfinningsenlig sensor;
Fig 6 illustrerar en principiell systemuppbyggnad enligt en första utföringsform;

Fig 7 illustrerar en principiell systemuppbyggnad enligt en andra utföringsform.

DETALJERAD BESKRIVNING AV UTFÖRINGSFORMER

5

I figur 1 visas ett system för att läsa in ett objekts egenskaper. Systemet innefattar en kamera 1, vilken kan vara en MAPP-kamera, en CCD-kamera, en CMOS-kamera eller någon annan kamera lämpad för att avbilda ett objekts egenskaper. Vidare innefattar systemet ett objekt 2, vars egenskapsberoende parametrar skall mätas av systemet, placerat på ett underlag 3 samt två ljuskällor 4 och 5 inrättade att belysa objektet 2. Ljuskällorna 4, 5 genererar till exempel väsentligen punktformat ljus, väsentligen linjeformat ljus eller ljus bestående av flera väsentligen punkt eller linjeformade segment och kan vara av vilken för applikationen lämpligt typ som helst, till exempel laser, lysdioder, vanligt ljus (glödlampa) etc, men dessa är välkända för fackmannen och beskrivs ej närmare här.

10

15

Kameran 1 innefattar bland annat en sensor 10, vilken visas i figurer 2-5 och beskrives mer i detalj nedan, ljusinsamlande optik samt styrlogik (ej visat). De från objektet 2 reflekterade strålarna upptas av sensorn 10 och omvandlas där till elektriska laddningar, vilka i sin tur omvandlas till analoga eller digitala elektriska signaler. Dessa signaler förs sedan i den föredragna utföringsformen via ett utläsningsregister (visat i figurerna 6 och 7) över till en bild-/signalbehandlande enhet (ej visad) för att analyseras och behandlas.

20

25

Objektet 2 vilket som ovan nämnts är placerat på underlaget 3, som i en föredragen utföringsform rör sig relativt mätsystemet markerat med en pil i figuren. Istället för att underlaget 3 rör sig relativt mätsystemet kan förhållandet naturligtvis vara det omvända, det vill säga att objektet 2 är fixt och mätsystemet rör sig över objektet 2 vid mätningen. Underlaget 3 kan exempelvis vara ett transportband alternativt finns inget underlag utan själva objektet rör sig, exempelvis om objektet är papper i en kontinuerlig bana i en pappersmaskin.

30

35

I en alternativ utföringsform (ej visad) sitter en eller flera av ljuskällorna under underlaget 3 och genomlyser objektet 2, vilket innebär att sensorn

10 upptar transmitterade strålar som gått genom objektet 2 och inte reflekterade strålar.

5 I figur 1 markeras rörelseriktningen med en pil. Denna riktning kallas i detta dokument för transversal riktning, det vill säga Y i det i figuren inritade koordinatsystemet. Ortogonalt mot den transversala riktningen ligger den laterala riktningen (X i koordinatsystemet). Vid mätningen har man en transversal och en lateral upplösning. Den transversala upplösningen beror på hur ofta man läser av (samplar) objektet 2. Föreliggande
10 uppfinning behandlar framför allt den laterala upplösningen, som huvudsakligen beror på antalet pixlar sensorn 10 har på en rad.

15 Sensorn 10 (visas i figurerna 2-5) är en array-sensor och har ett första område 11 med $N \times M$ pixlar (där N är rader och M kolumner) kombinerat med ett andra högupplöst område 12 med $X \times Y$ pixlar, där $Y = M \times b$ (b är ett heltal > 1). Det första området 11 används i den föredragna utföringsformen för 3D-mätning genom triangulering, det vill säga hos objektet 2 avbildade geometriska egenskaper såsom bredd, höjd, volym med mera. I 3D-mätningen reduceras intensitetsbilden från k rader,
20 $k > 1$, till positionsvärden som motsvarar var ljuset träffar sensorn i varje kolumn. Resultatet blir en profil med tredimensionell information för varje avläsning av k rader. Det andra området 12 används i den föredragna utföringsformen för 2D-mätning (Intensitetsinformation), det vill säga hos objektet 2 avbildade egenskaper såsom sprickor, strukturen, position etc. Om $X \geq 2$ finns det möjlighet att lägga färgfilter (till exempel RGB) på de individuella pixlarna och på så sätt få färgutläsning av 2D-data.
25

30 Figur 2 visar i det första området 11 en 3D-profil av objektet 2 och i det andra området 12 en gråskala-/färgbild av objektet 2. Objektet 2 skannas profil för profil under det att objektet 2 passerar mätsystemet och resultatet blir alltså en tredimensionell och en tvådimensionell avbildning av objektet 2.

35 I den föredragna utföringsformen användes en MAPP-sensor, men fackmannen inser att uppfinningen går att applicera på andra typer av sensorer såsom exempelvis CCD-sensorer eller CMOS-sensorer.

2002-04-05

6

I figur 3 visas en första utföringsform av den uppfinningsenliga sensorn. Här är pixlarna i det andra området 12 en tredjedel så smala som pixlarna i det första området 11. Om det exempelvis finns 512x1536 pixlar i det första området 11, har det andra området 12 då exempelvis 16x4608
5 pixlar ($b=3$). Detta innebär att upp till 512 rader användes för 3D-mätningen och på upp till 16 rader läses trippelupplösta intensitetskomponenter ut.

I utföringsformen enligt figur 4 är varannan rad i det andra högupplösta området 12 förskjuten halva pixelbredden i förhållande till raderna närmast under och över. Det andra området 12 har då enligt exemplet för figur 3, 8x3072 dubbelrader med pixlar ($b=2$), där en dubbelrad består av två enkelrader, där den ena raden är förskjuten halva pixelbredden. Detta innebär att man i utföringsformen enligt figur 4 använder upp till
10 512 rader för 3D-mätning och läser ut upp till 8 olika dubbelupplösta intensitetskomponenter.
15

Fackmannen inser att uppfinningen inte är begränsad till utföringsformerna som visas i figur 3 och 4. Det finns i det närmaste oändligt många
20 varianter på hur pixlarna i det högupplösta andra området 12 kan vara utformade. Exempelvis kan pixlarna vara hälften så smala som de i det första området 11, alternativt i kombination med att de är dubbelt så höga etc. Andra varianter på utföringsformen enligt figur 4 kan vara att pixlarna är förskjutna en tredjedel eller en fjärdedel av pixelbredden. Se
25 härvid även US 4.204.230, som visar förskjutna pixelrader för att höja upplösningen hos en bildsensor.

Enligt fig 3 och 4 ligger det första 11 och det andra 12 området väsentligen parallellt i direkt anslutning bredvid varandra i transversal riktning, det vill säga sensorn är tillverkad som en integrerad enhet. I figur 5 visas
30 en alternativ utföringsform, där det första 11 och det andra 12 området är två separata enheter som ligger väsentligen parallellt bredvid varandra i den transversala riktningen men inte i direkt anslutning. I figurerna 2-5 är det andra högupplösta området 12 placerat transversalt före (illustrerat ovanför i figurerna) det första området 11, men det kan naturligtvis
35 lika gärna vara placerat transversalt efter (illustrerat under i figurerna) det första området 11.

2002 -04- 0 5

7

Ett alternativ till att designa pixlarna förskjutna i förhållande till varandra är att belägga pixlarna med masker, vilka är anordnade på ett sådant sätt, att delar av pixlar blockeras från belysning och att ett förskjutet samplingsmönster därvid erhålls.

5

Utläsningen av en sensorrad görs till ett utläsningsregister som är M pixlar långt, visat i figurerna 6 och 7. Detta utläsningsregister 15, 18a, 18b skiftas antingen ut som rådata eller kopplas till en rad-parallell A/D-omvandlare och/eller signal-/bildbehandlande enhet. För att läsa ut en Y
10 bred rad måste b på varandra följande utläsningar göras. Har utläsningsregistret 15, 18a, 18b plats för b rader kan dessa läsas ut/processas tillsammans. Utläsningen kan således göras både analogt och digitalt, men i den föredragna utföringsformen av föreliggande uppfinning (visas i
15 figur 6) läses mätdata ut via en A/D-omvandlare 16 och en processor 17 till ett digitalt utläsningsregister 15 för att sedan föras vidare till en bildbehandlande enhet (ej visad).

20

Processorn 17 kan programmeras att utföra många funktioner, bland annat att extrahera den tredimensionella profilen från intensitetsbilden, det vill säga att varje kolumn beräknar den ljusaste punktens position och dessa värden kan man sedan se som en intensitetsprofil där intensiteten motsvarar avstånd. Andra funktioner processorn 17 utför är kantdetektering, brusreducering etc.

25

I en alternativ utföringsform av uppfinningen, visad i figur 7, delar inte de två sensorområdena 11, 12 ($N \times M$ och $X \times Y$) utläsningslogiken, det vill säga har olika utläsningsregister 18a och 18b, vilket innebär att man uppnår andra effekter. Utläsningen av information från de två områdena 11, 12 kan göras oberoende av varandra och med större frihet i exponeringstider och upplösningsgrader i både transversal och lateral riktning.
30 Dessutom behöver inte $Y = M \times b$ gälla utan geometrierna kan utformas annorlunda, t ex skulle en 1536×512 matris kunna kombineras med en 4096×3 matris. I en föredragen utföringsform av den alternativa utföringsformen visad i figur 7 läses mätdata ut via A/D-omvandlare 19a, 19b och processorer 20a, 20b till digitala utläsningsregister 18a, 18b.
35

Båda utföringsformerna enligt figur 6 och 7 är illustrerade med A/D-omvandlare och processorer. Detta skall endast ses som föredragna utföringsformer. Det är fullt möjligt som kort nämnts ovan att skifta ut

mätdata direkt som analoga eller digitala rådata från utläsningsregisterna.

5 Som nämnts ovan är det möjligt att använda färgfilter eller färgade ljuskällor (ej visade) på sensorns 10 andra område 12, vilket innebär att man kan läsa ut både gråskala och färgbilder med den högre upplösningen. Vilka färgfilter eller färgade ljuskällor man använder och hur man placerar dessa är för fackmannen känd teknik och beskrivs ej i detalj här, men som exempel kan nämnas att Bayer-mönster eller ett filter för varje
10 rad kan användas. Vanligen tar man ut RGB-komponenter, men även andra färger såsom CMY (Cyan Magenta Yellow) kan användas. Vid den alternativa utföringsformen enligt figur 7, skulle varje färg kunna ha var sitt utläsningsregister, vilket ger en snabbare utläsning av varje färgprofil.

15 Överhörning innebär att ljus från en mätning stör ett annat sensorområde, det vill säga att ljus från 3D-mätningen stör 2D-mätningen och/eller vice versa. För att minska överhörningen mellan olika sensorområden kan man separera ljuset till dessa i olika våglängder och skydda
20 olika sensorområden med olika våglängdsberoende optiska filter, vilka spärrar respektive släpper igenom ljuset till respektive sensorområde.

I ytterligare en utföringsform av den uppfinningsenliga sensor 1 används Time Delay Integration (TDI) på det högupplösta andra området
25 12. TDI innebär att laddningen flyttas från en rad till en annan rad i takt med att objektet 2 förflyttas med underlaget 3 och således uppnås X gånger högre ljuskänslighet med X TDI-steg. Vid användning av TDI i utföringsformen enligt figur 4, kommer laddningen att flyttas två rader per steg eftersom mellanliggande rad är förskjuten halva pixelbredden.

30



PATENTKRAV

1. Sensor (10) innefattande åtminstone ett första (11) och ett andra (12) område pixelelement inrättade att uppta elektromagnetisk strålning från ett objekt (2) vars egenskaper skall avbildas och att omvandla den upptagna strålningen till elektriska laddningar, **kännetecknad av**, att det första området (11) har en första grad av upplösning och det andra området (12) har en andra grad av upplösning skild från den första graden upplösning och att det första området (11) är inrättat att avbilda en typ av egenskaper och det andra området (12) är inrättat att avbilda en annan typ av egenskaper.
2. Sensor enligt patentkrav 1, **kännetecknad av**, att det första området (11) är inrättat att läsa in tredimensionella egenskaper av objektet (2) och att det andra området (12) är inrättat att läsa in tvådimensionella egenskaper av objektet (2).
3. Sensor enligt patentkrav 1, **kännetecknad av**, att åtminstone ett av de båda områdena (11, 12) är helt eller delvis försett med färgfilter för att avbilda objektet (2) i färg.
4. Sensor enligt något av patentkrav 1 - 3, **kännetecknad av**, att det första området (11) är utformat som en matris med N rader och M kolumner, att det andra området (12) är utformat som en matris med X rader och Y kolumner och att Y är b antal M kolumner, där b är ett heltal större än noll.
5. Sensor enligt patentkrav 4, **kännetecknad av**, att på det andra området (12) används Time Delay Integration (TDI).
6. Sensor enligt patentkrav 1, **kännetecknad av**, att åtminstone ett av områdena (11, 12) är försett med filter för olika våglängder för att minimera överhörning.
7. Sensor enligt patentkrav 1, **kännetecknad av**, att det första och det andra området är parallellt anordnade i transversal riktning som en integrerad enhet.

Ink. t. Patent- och reg.verket

2002-04-05

10

8. Sensor enligt patentkrav 1, **kännetecknad av**, att det första och det andra området är parallellt anordnade i transversal riktning som två separata enheter.
- 5 9. System för att mäta egenskapsberoende parametrar hos ett objekt (2) innefattande åtminstone en ljuskälla (3, 4), vilken sänder ut ljus mot objektet (2), **kännetecknad av**, att systemet vidare innefattar en sensor (10) enligt något av patentkraven 1 - 8, inrättad att uppta elektromagnetisk strålning från objektet (2) och att omvandla den till elektriska laddningar.
- 10 10. System enligt patentkrav 9, **kännetecknad av**, att systemet även innefattar ett utläsningsregister (15) inrättat att läsa ut de i sensorn (10) erhållna laddningarna.
- 15 11. System enligt patentkrav 9, **kännetecknad av**, att systemet även innefattar åtminstone två utläsningsregister (18a, 18b) inrättade att läsa ut de i sensorn (10) erhållna laddningarna.
- 20 12. System enligt patentkrav 11, **kännetecknad av**, att sensorns (10) första (11) och andra (12) område läses ut på varsitt utläsningsregister (18a, 18b).
- 25 13. System enligt patentkrav 11, **kännetecknad av**, att i det fall sensorns andra område (12) är försett med färgfilter, har varje upp- tagen färg ett eget utläsningsregister.
- 30 14. System enligt patentkrav 10 eller 11, **kännetecknad av**, att systemet vidare innefattar en A/D-omvandlare (16) inrättad att omvandla de elektriska laddningarna från ett analogt till ett digitalt format och att utläsningsregistret (15, 18a, 18b) är ett digitalt utläsningsregister.
- 35 15. System enligt patentkrav 9, **kännetecknad av**, att systemet även innefattar en bild-/signalbehandlande enhet inrättad att analysera de elektriska laddningarna.

Ink. t. Patent- och reg.verket

2002 -04- 0 5

11

SAMMANDRAG

System och sensor (10) för att avbilda ett objekts (2) egenskaper. Sensorn (10) innefattar åtminstone ett första (11) och ett andra (12) område pixelelement inrättade att uppta elektromagnetisk strålning från objektet (2) och att omvandla den upptagna strålningen till elektriska laddningar.

- 5 Det första området (11) har en första grad av upplösning och det andra området (12) har en andra grad av upplösning skild från den första graden upplösning och det första området (11) är inrättat att avbilda en typ av egenskaper och det andra området (12) är inrättat att avbilda en annan typ av egenskaper.

10

(figur 1)

05/04 2002 FRI 14:48 FAX +46 13 555679 STROM & GULLIKSSON IP AB

Ink. t. Patent- och reg.verket

2002 -04- 0 5

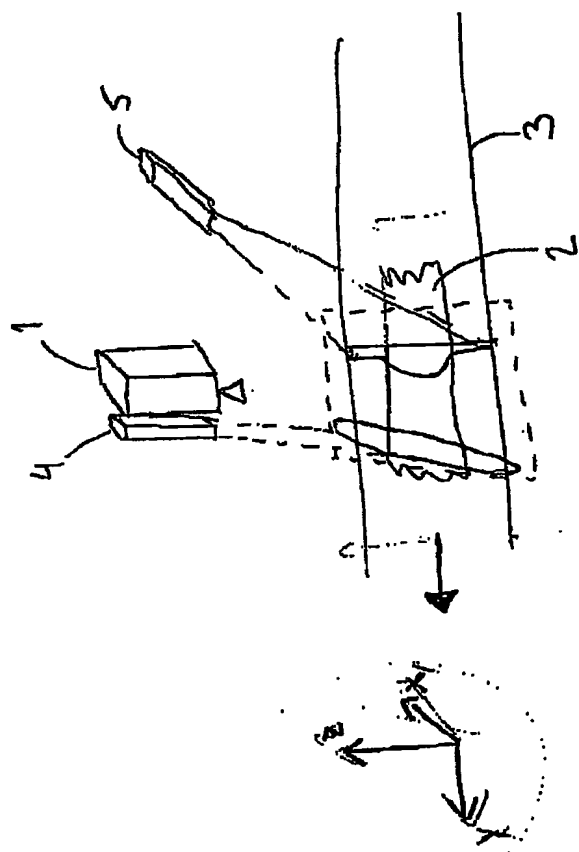


Fig. 1

02010445

Ink. t. Patent- och reg.verket

2002-04-05

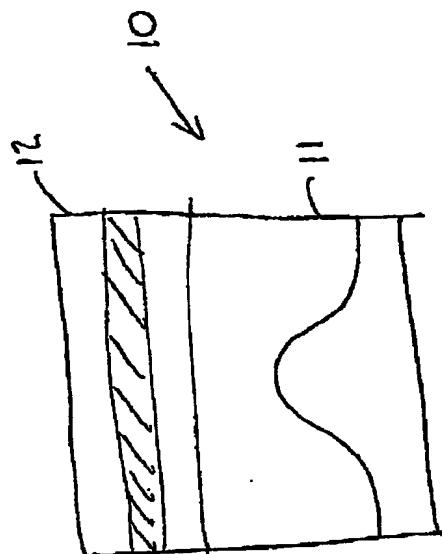


fig. 2

0001014-3

Ink. t. Patent- och reg.verket

2002 -04- 0 5

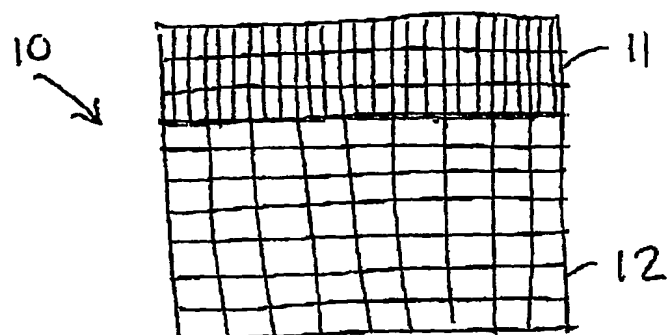


Fig. 3

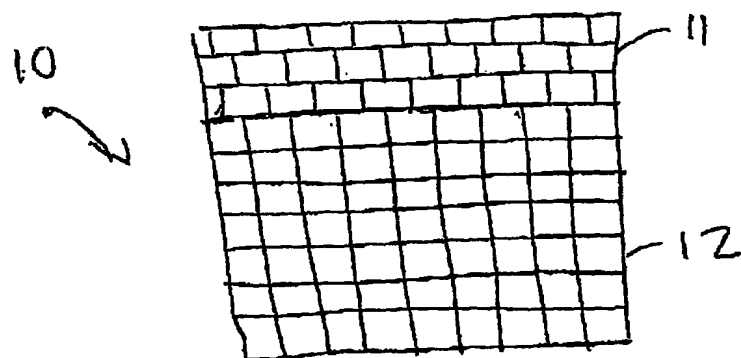


Fig. 4

05/04 2002 FRI 14:48 FAX +46 355679 STROM & GULLIKSSON IP AB

Ink. t. Patent- och reg.verket

2002 -04- 05

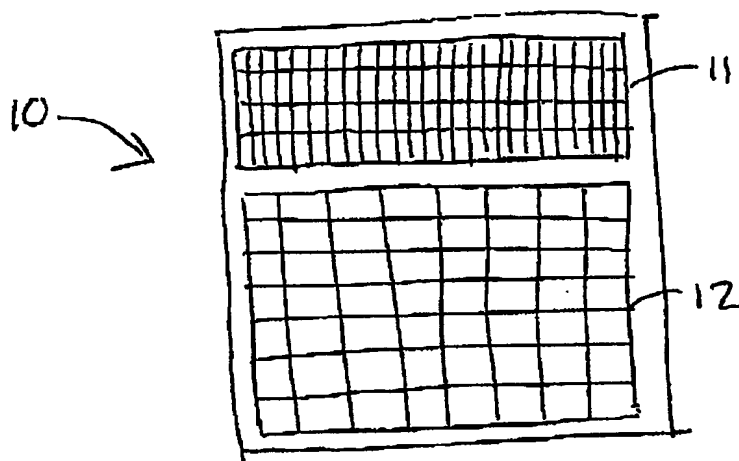


Fig. 5

10
11
12

Ink. t. Patent- och reg.verket

2002 -04- 0 5

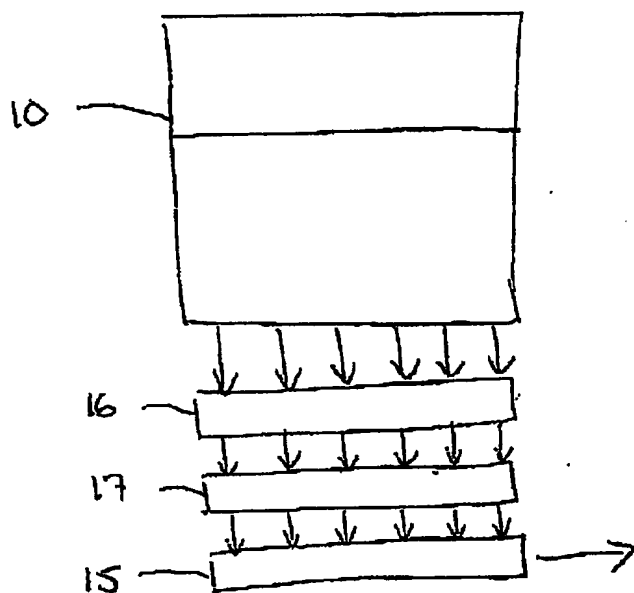


Fig. 6

05/04 2002 FRI 14:48 FAX +46 18 355679 STROM & GULLIKSSON IP AB

Ink. t. Patent- och reg.verket

2002 -04- 0 5

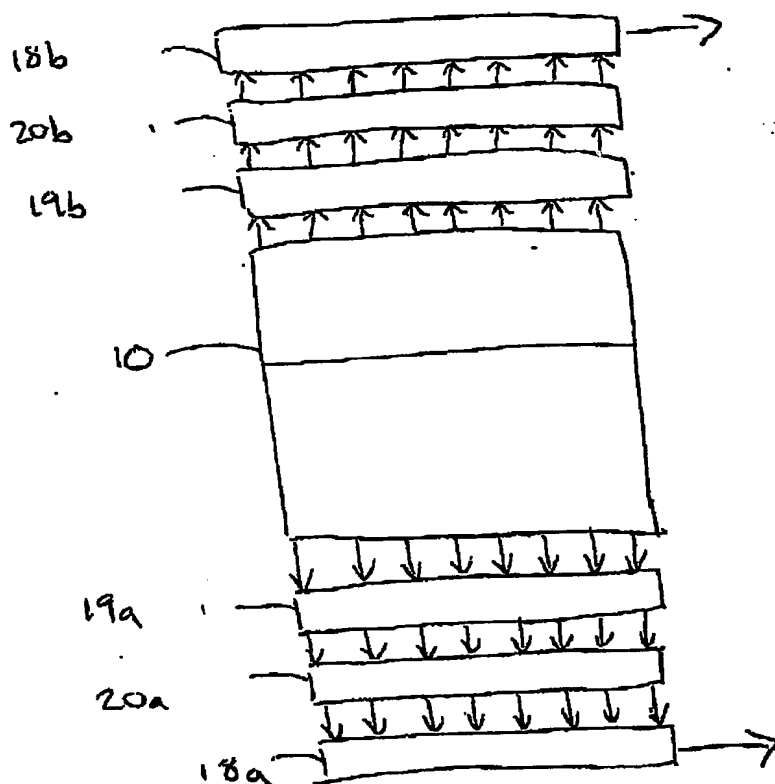


Fig. 7

05/04 2002 FRI 14:48 FAX +46 13 555679 STROM & GULLIKSSON IP AB

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.